

УДК 621.81:621.7(043.3)

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГОМОГЕНИЗИРУЮЩЕЙ ГОЛОВКИ ГОМОГЕНИЗАТОРА FBF 075 В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ**

**А.А. ПОТАПОВ, О.П. ШТЕМПЕЛЬ**

*Полоцкий государственный университет, Беларусь*

*В работе описывается принцип работы гомогенизирующей головки гомогенизатора FBF 075, причины износа кавитационной эрозии, и её способы уменьшения воздействия на деталь. Рассмотрены материалы для изготовления гомогенизирующей головки и нанесение защитных покрытий, повышающие стойкость к эрозии в условиях импортозамещения.*

В настоящее время сельскохозяйственной промышленности уделяется особое внимание, т.к. она направлена на обеспечение населения продовольствием и получения сырья для ряда отраслей, одной из которых является молочная промышленность. Важной стадией при обработке кисломолочных продуктов является гомогенизация. Гомогенизация – это диспергирование массы продукта на более мелкие фракции. Аппаратом, который решает эту задачу, является гомогенизатор [1].

Диспергирование, достигается благодаря гомогенизирующим ступеням. Гомогенизирующая первая и вторая ступени представляет собой две гомогенизирующие головки аналогичной конструкции, связанные каналом, позволяющим продукту под высоким давлением переходить последовательно от первой ступени ко второй [2].

Гомогенизирующая головка является важной и в тоже время самой быстроизнашивающейся деталью. Работа посвящена обеспечению работоспособности гомогенизатора FBF 075 в условиях импортозамещения, а именно исследованию гомогенизирующей головки, т.к. она служит в среднем 6 месяцев, а ценовой диапазон ее приобретения составляет 5000 белорусских рублей и представляется она только в оригинальном виде импортного производства, т.к. отечественных аналогов не существует.

При анализе условий работы гомогенизирующих ступеней выявлено, что износ гомогенизирующей головки происходит из-за явления под названием кавитация, которая возникает при разности давлений, скорости потока жидкости и температур. Основной проблемой в кавитации является эрозия.

Высокие быстро меняющиеся давления и тепловые ударные волны, вызывают в материале вблизи разрывающегося пузырька разрушения (Рис. 1), приводящие к неудовлетворительной гомогенизации.



Рисунок 1. – Фаска изношенной гомогенизирующей головки

Следует отметить, что кавитация является неотъемлемой частью, благодаря которой возникает диспергирование продукта, но и является причиной быстрого износа гомогенизирующей головки, поэтому анализируем способы защиты от кавитационной эрозии. Самые эффективные способы являются:

- 1) изменение гидравлических режимов работы местного сопротивления;
- 2) конструирование гидравлических устройств и элементов, обеспечивающих минимальную интенсивность процесса кавитационной эрозии;
- 3) использование таких средств как подача газа в частности воздуха, в места возникновения кавитации;
- 4) добавление специальных присадок в рабочие жидкости, уменьшающие ее коррозионные свойства;
- 5) выбор материалов с повышенной кавитационной стойкостью;
- 6) катодная защита.

В нашем случае мы не можем использовать пункты 1, 2, 3, 4 и 6 т.к. они нарушат кавитационную характеристику потока, вследствие чего изменится дисперсность и санитарно-гигиенические нормы продукта, единственным решением является выбор материалов с повышенной кавитационной стойкостью [3, 4].

Для более качественного выбора материалов анализируем изношенную гомогенизирующую головку. Результаты исследования получили следующие: Головка состоит из 2-х частей корпуса(а) и наконечника(б) (Рис.2); Наконечник изготовлен из сплава на основе вольфрама, легированного Cr, Ni, Mo, Fe и т.д. а корпус изготовлен из хромоникелевой коррозионностойкой стали.

Результаты микродюрометрического анализа – 1235 (HV) и анализ микроструктуры материала наконечника (Рис. 3), свидетельствует что он получен методом порошковой металлургии из порошка вольфрама легированного Cr, Fe, Mo, Ta, Ni.

Проведенные исследования позволяют, сделать вывод, что оригинальная гомогенизирующая головка гомогенизатора FBF 075 импортного производства соответствует высокому уровню технического исполнения и качества, а также благодаря исследованиям обоснованно можем подобрать материалы для изготовления гомогенизирующей головки с последующим упрочнением.



Рисунок 2. – Разрез гомогенизирующей головки



Рисунок 3. – Микроструктура наконечника гомогенизирующей головки

Для подбора материала для изготовления нужно придерживаться следующим критериям: материал должен соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям, критериям импортозамещения, коррозионной и эрозионной стойкости, высоким прочностным характеристикам, износостойкости, микроструктуры и твердости. Исходя из исследований, для изготовления наконечника рекомендовано применить следующие марки сталей: мартенситно-старееющую сталь марки Н12К12М10ТЮ и быстрорежущую сталь марки Р6М5 которые обладает высокой прочностью при достаточной пластичности и вязкости, высоким сопротивлением малым пластическим деформациям, хрупкому и усталостному разрушению, применя-

ется в машиностроении, приборостроении и инструментальной промышленности.

Для повышения долговечности работы гомогенизирующей головки целесообразно использовать упрочнение для наконечника. К методу упрочнения и материалов для его использования нужно руководствоваться теми же критериями. Изучив различные современные методы упрочнения материалов можем сделать вывод, что применив вакуумно-который имеет высокие прочностные характеристики обеспечивающие повышенную эрозийную стойкость поверхности деталей, а так же полностью инертен в пищевой промышленности, мы существенно увеличим долговечность работы гомогенизирующей головки и сможем достичь результатов существенно не уступающих по прочностным характеристикам и долговечности оригинальной гомогенизирующей головки гомогенизатора FBF 075 изготовленной за рубежом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крусь Г.Н. Тиняков В.Г. Фофанов Ю.Ф. Технология молока и оборудование предприятий молочной промышленности. М.: Агропромиздат. 1986. – 280 с
2. Мегедь В. Справочник - Технология производства молочных продуктов - Раздел Гомогенизаторы 2005.- 7с
3. Пирсол И., Кавитация. Перевод. с англ., Журавлева Ю.Ф. Ред., предисл. и дополнено Л.А. Эпштейна. М., “Мир”, 1975. 95с. с ил.
4. Арзуматов Э.С. Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях. – М.: Энергия, 1978.- 304 с., ил.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ  
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОАО «НПО «ЦЕНТР  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК  
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

## Инновационные технологии в машиностроении

Электронный сборник материалов международной  
научно-технической конференции,  
посвященной 50-летию машиностроительных специальностей  
и 15-летию научно-технологического парка  
Полоцкого государственного университета  
(Новополоцк, 21-22 апреля 2020 г.)



Под редакцией  
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;  
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2020

УДК 621(082)

*Редакционная коллегия:*

Н. Н. Попок (председатель), В. П. Иванов (зам. председателя),  
Р. С. Хмельницкий (отв. Секретарь), А.В. Дудан, В. А. Данилов, Е.В. Бритик

***Инновационные технологии в машиностроении*** [Электронный ресурс] : электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 21-22 апр. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-691-7.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудования механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин, автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других машин.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

Прилагаются [титulyные листы презентаций докладов](#) участников конференции.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь  
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.popok@psu.by

**№ госрегистрации 3141815008**

**ISBN 978-985-531-691-7**

© Полоцкий государственный университет, 2020

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Компьютерный дизайн *Е. А. Балабуевой*  
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

---

Подписано к использованию 23.04.2020.  
Объем издания: 10,9 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 264.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,  
г. Новополоцк,  
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44  
<http://www.psu.by>